

УДК 544.526.5

ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ КОМБИНИРОВАННЫХ ОБРАЗЦОВ $\text{SrTiO}_3/\text{TiO}_2$ В РЕАКЦИЯХ ДЕСТРУКЦИИ КРАСИТЕЛЕЙ**Халявка Т. А., Камышан С. В., Тарасов В. Ю.****PHOTOCATALYTIC ACTIVITY OF $\text{SrTiO}_3/\text{TiO}_2$ COMBINED SAMPLES IN DYES DESTRUCTION****Khalyavka T. A., Kamushan S. V., Tarasov V. Yu.**

Получены мезопористые комбинированные образцы $\text{SrTiO}_3/\text{TiO}_2$. Установлено, что с увеличением доли титаната стронция в образцах удельная поверхность и средний объем пор уменьшаются, а средний радиус пор увеличивается. Комбинированные образцы оказались более фотокаталитически активными в реакциях деструкции органических красителей. Такой синергетический эффект можно объяснить появлением гетеропереходов между фазами, вызывающих разделение зарядов при УФ-облучении и увеличивающих время их жизни. Установлено, что константы скорости деструкции красителей возрастают с увеличением их сорбции.

Ключевые слова: диоксид титана, титанат стронция, фотокатализ, красители.

1. Введение. Среди разнообразных экологических проблем одной из наиболее важных является очистка сточных вод, которых с каждым годом становится все больше. Сточные воды - это не чистые стабильные растворы, а гетерогенная смесь растворенных, коллоидных и взвешенных в воде примесей органического и неорганического характера. Перспективным методом для глубокой очистки сточных и природных вод в химической и нефтехимической промышленности, на транспорте, в цветной и черной металлургии и в других отраслях народного хозяйства является фотокатализ [1-3]. Во многих случаях без этого метода невозможно выдержать санитарные требования по сохранению чистоты в водоеме или технические условия на качество воды при повторном использовании в замкнутых циклах водного хозяйства, так как этот метод позволяет полностью минерализовать токсины.

2. Анализ последних исследований и публикаций. Наиболее известным и широко применяемым фотокатализатором является TiO_2 [1-3]. Он привлекает своей дешевизной, нетоксичностью и, кроме того, после окончания

реакции его можно легко отделить от раствора фильтрованием или центрифугированием.

Однако в чистом полупроводнике наблюдается высокая степень рекомбинации фотогенерированных электронов и дырок [4, 5], которая существенно снижает его фотокаталитическую активность. Увеличению времени жизни пары электрон - дырка может способствовать интенсивное облучение или сильное поглощение фотонов, количество центров рекомбинации на фотокатализаторе, которыми могут быть различные примеси, дефекты кристаллической структуры [6].

Одним из путей повышения фотокаталитической активности диоксида титана является получение двойных систем: диоксид титана – полупроводник. В таких материалах наблюдается более продуктивное разделение зарядов и увеличение их времени жизни путем межфазового переноса зарядов. Кроме того, в комбинированной системе можно достигнуть синергетического эффекта.

Таким образом, поиск новых систем весьма актуален, а создание на их основе более эффективных фотокатализаторов для очистки окружающей среды от токсичных веществ является важной прикладной задачей. Перспективными фотокатализаторами, которые можно было бы использовать для получения двойных систем, являются титанаты щелочноземельных металлов, благодаря их химической стойкости и фотоактивности в реакциях деструкции красителей, хлорорганических соединений, пестицидов [7-11].

На сегодняшний день много работ посвящено исследованию фотокаталитической активности титаната бария [7-9], намного меньше - титанату стронция [10, 11], который может оказаться эффективным модификатором диоксида титана.

3. Цель исследования. Таким образом, целью нашей работы было получение и исследование

характеристик, а также фотокаталитической и сорбционной активности диоксида титана, титаната стронция и комбинированных образцов SrTiO₃/TiO₂ по отношению к катионным красителям.

4. Результаты исследований. Дисперсный порошок титаната стронция был получен спеканием оксидов стронция и титана при 1200 °С. Исходный анатаз был получен путем термического гидролиза тетрахлорида титана в растворе HCl в присутствии зародышей – частиц TiO₂ соответствующей кристаллической модификации [12]. После фильтрации образцы промывали водой с последующим прокаливанием при 300⁰ С. Анатаз представлял собой поликристаллический порошок высокой степени химической чистоты с содержанием примесей катионов не более 10⁻⁵ м.д., %. Содержание примесей было определено химико-спектральным методом.

Диоксид титана модифицировали путем механического добавления 5, 10, 20 и 35% титаната стронция по методике, описанной в работе [13]. Полученные образцы обозначили 1SrTiO₃/TiO₂, 2SrTiO₃/TiO₂, 3SrTiO₃/TiO₂ и 4SrTiO₃/TiO₂ соответственно.

Рентгенофазовый анализ исходных диоксида титана и титаната стронция выполняли на дифрактометре "ДРОН-4-07" (Россия) при CuK_α-излучении (с медным анодом и никелевым фильтром) в отраженном пучке и геометрии регистрации по Брегу-Брентано (2θ = 10-70°).

Величины удельной поверхности образцов (S_{уд}), а также распределение пор по объему были определены с помощью прибора Quantachrom NovaWin2. Для вычисления S_{уд} по изотермам сорбции-десорбции азота использовали метод Брунауэр-Эммета-Теллера (БЭТ) [14]. Радиус пор (R), а также объем пор (V) рассчитывали по десорбционным ветвям изотерм по методу Баррета-Джойнера-Халенды [15].

Как модельные соединения для исследования фотокаталитической и сорбционной активности полученных образцов были использованы фотохимически устойчивые органические красители: сафранин Т (СФ), феносафранин (ФС), родамин Б (РД) и индиго (ИН).

Выбор этих соединений был определен тем, что на сегодняшний день остро стоят проблемы очистки сточных текстильных вод от красителей.

В качестве меры фотокаталитической активности образцов мы использовали константу скорости (k_d) реакции деструкции красителей. Перед облучением суспензии фотокатализатора в водном растворе субстратов его выдерживали в темноте до установления сорбционного равновесия. Концентрацию исследованных субстратов во время эксперимента определяли спектрофотометрически с помощью спектрофотометра Shimadzu UV-2450 при λ = 520 нм для СФ, λ = 519 нм для ФС, λ = 554 нм для РД и λ = 609 нм для ИН. Константы скорости

деструкции красителей определяли по кинетическому уравнению первого порядка.

Облучение водных растворов красителей проводили с помощью УФ-лампы БУВ-30 мощностью 30 Вт в кварцевом реакторе при комнатной температуре в присутствии кислорода воздуха при перемешивании магнитной мешалкой со скоростью 100 об/мин.

5. Анализ и обсуждение результатов

Рентгенофазовый анализ подтвердил образование титаната стронция и диоксида титана. Исследование дифрактограммы образца диоксида титана показало наличие интенсивных четко выраженных рефлексов, характерных для кристаллической решетки анатаза (2θ = 25,5, 37,8, 40,0, 54,0, 55,0) и рутила (2θ = 27,4, 41,2).

Изотермы сорбции-десорбции азота, полученные при 20 °С для синтезированных образцов диоксида титана, титаната стронция, а также их смесей, отличаются отсутствием области микропор на адсорбционной ветви изотермы и наличием петли гистерезиса во всех случаях (рис. 1), что свидетельствует о мезопористой структуре порошков [16].

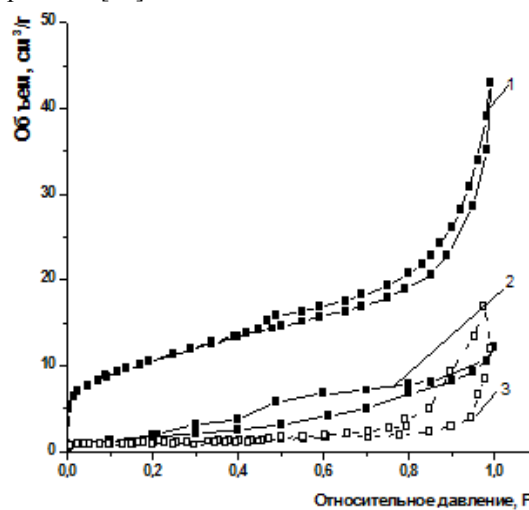


Рис. 1. Изотермы сорбции-десорбции азота, полученные при 20 °С для образцов: 1 – TiO₂, 2 – SrTiO₃, 3 – 4SrTiO₃/TiO₂

Основные результаты обработки изотерм приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики образцов			
Образец	Удельная поверхность, м ² /г	Средний объем пор, см ³ /г	Средний радиус, нм
TiO ₂	43,4	0,13	5,89
SrTiO ₃	5,1	0,02	19
1SrTiO ₃ /TiO ₂	4,8	0,038	16
2SrTiO ₃ /TiO ₂	4,31	0,037	16
3SrTiO ₃ /TiO ₂	3,9	0,031	18
4SrTiO ₃ /TiO ₂	3,39	0,026	19

По сравнению с исходным диоксидом титана и титанатом стронция комбинированные образцы

имеют более низкую удельную поверхность и средний объем пор, но более высокие значения среднего радиуса пор (табл. 1). В ряду модифицированных образцов от $1\text{SrTiO}_3/\text{TiO}_2$ до $4\text{SrTiO}_3/\text{TiO}_2$ их удельная поверхность уменьшается от 4,8 до 3,39 м²/г, средний объем пор - от 0,038 до 0,026 см³/г, а средний радиус пор, наоборот, увеличивается от 16 до 19 нм.

Сорбционное равновесие в системе фотокатализатор – СФ устанавливалось примерно за 1 час, а для систем фотокатализатор - РД (ФС, ИН) - за два часа.

Во всех исследованных случаях фотокаталитическая реакция удовлетворительно описывается кинетическим уравнением первого порядка.

Для определения оптимального количества фотокатализатора в исследованных реакциях его концентрацию увеличивали при неизменной концентрации субстрата. Было установлено, что с увеличением концентрации фотокатализатора до 2 г/л наблюдается рост констант скорости деструкции красителей. Дальнейшее повышение количества фотокатализатора не приводило к увеличению k_d , поэтому реакции проводили при концентрации фотокатализатора 2 г/л.

При облучении водных растворов красителей в присутствии исследованных фотокатализаторов наблюдается уменьшение концентрации красителя в растворе. Скорость процесса зависит от состава фотокатализатора. Появления новых полос поглощения в спектрах всех исследованных красителей в процессе разложения не было зафиксировано, что указывает на отсутствие фотоактивных продуктов разложения.

В реакциях деструкции СФ и ФС более активным оказался диоксид титана, а в случае РД и ИН – титанат стронция (табл. 2). Повышенную фотокаталитическую активность титаната стронция по сравнению с TiO_2 также зафиксировали авторы в работе [11] в реакции деструкции красителя метиленового оранжевого и в работе [17] - в деструкции монооксида азота.

Таблица 2

Константы скорости ($k_d \cdot 10^{-4}, \text{с}^{-1}$) деструкции и величина сорбции ($a, \%$) красителей в присутствии фотокатализаторов

Образец	СФ		ФС		РД		ИН	
	k_d	a	k_d	a	k_d	a	k_d	a
-	0,27	-	0,14	-	0,17	-	Не разруш.	-
TiO_2	1,2	31,8	0,82	1,4	2,1	1,4	0,06	1,1
SrTiO_3	0,63	13,4	0,49	3,3	2,74	3,27	0,14	5,0
$1\text{SrTiO}_3/\text{TiO}_2$	1,04	29,6	0,99	2,1	3,6	2,1	0,13	4,8
$2\text{SrTiO}_3/\text{TiO}_2$	1,94	32,2	1,12	1,1	4,34	1,07	0,15	5,2
$3\text{SrTiO}_3/\text{TiO}_2$	1,8	31,0	0,97	1,9	4,77	1,92	0,16	5,2
$4\text{SrTiO}_3/\text{TiO}_2$	1,28	39,4	0,92	2,3	3,25	2,28	0,12	5,1

В работе [18] авторы обнаружили повышение фотокаталитической активности диоксида титана, модифицированного титанатом стронция путем

нанесения, в реакции деструкции метиленового голубого. Наши комбинированные образцы также оказались более фотокаталитически активными во всех исследованных реакциях деструкции красителей (табл. 2).

Полученный синергетический эффект можно объяснить разделением зарядов между фазами при УФ-облучении [5, 6, 13].

Среди них наибольшую активность в реакциях деструкции СФ и ФС проявил образец $2\text{SrTiO}_3/\text{TiO}_2$, содержащий 10% SrTiO_3 и 90% TiO_2 . В реакции фоторазложения РД и ИН более активным оказался образец $3\text{SrTiO}_3/\text{TiO}_2$, содержащий 20% SrTiO_3 и 80% TiO_2 .

Константы скорости фотореакций деструкции красителей увеличиваются с повышением количества адсорбированного вещества (табл. 2). Такая корреляция свидетельствует о том, что в первую очередь фотокаталитической деструкции подвергаются адсорбированные на поверхности катализатора молекулы субстрата.

Таким образом, комбинированные материалы на основе двойных систем диоксид титана - титанат стронция являются перспективными фотокатализаторами, которые можно использовать для очистки промышленных стоков от различных органических загрязнителей, в частности, красителей, устойчивых в окружающей среде.

6. Выводы. Результаты проведенных исследований структуры и фотокаталитической активности порошков диоксида титана, титаната стронция и их комбинированных образцов позволяют сделать следующие выводы:

- Получены мезопористые образцы диоксида титана, модифицированного титанатом стронция (5, 10, 20 и 3 %). Установлено, что с увеличением доли титаната стронция в образцах удельная поверхность и средний объем пор уменьшаются, а средний радиус пор увеличивается.

При исследовании фотокаталитической активности в реакциях фоторазложения устойчивых органических красителей обнаружен синергетический эффект для комбинированных образцов, который можно объяснить появлением гетеропереходов между фазами, вызывающих разделение зарядов при УФ-облучении и увеличивающих время их жизни. В реакциях деструкции СФ и ФС наибольшую активность проявил образец, содержащий 10% SrTiO_3 и 90% TiO_2 , а при фоторазложении РД и ИН более активным оказался образец $3\text{SrTiO}_3/\text{TiO}_2$, содержащий 20% SrTiO_3 и 80% TiO_2 .

- Комбинированные материалы на основе двойных систем диоксид титана - титанат стронция являются перспективными фотокатализаторами для очистки промышленных стоков от различных органических загрязнителей.

Л и т е р а т у р а

- Decomposition of perfluorooctanoic acid photocatalyzed by titanium dioxide: Chemical modification of the catalyst surface induced by fluoride ions / M. Sansotera, F. Persico, C. Pirola, W. Navarrini, A. D. Michele, C. L. Bianchi // *Applied Catal. B: Environ.* – 2014. – Vol. 148–149, № 27. – P. 29-35.
- Tailoring the properties of immobilized titanium dioxide/carbon nanotube composites for photocatalytic water treatment / M. J. Sampaio, R. R. N. Marques, P. B. Tavares, J. L. Faria, A. M. T. Silva, C. G. Silva // *J. Environ. Chem. Engin.* – 2013. – Vol. 1, № 4. – P. 945-953.
- Photocatalytic degradation of benzenesulfonate on colloidal titanium dioxide / E. Szabó-Bárdos, O. Markovics, O. Horváth, N. Törő, G. Kiss // *Water Research.* – 2011. – Vol. 45, № 4. – P. 1617-1628.
- Bard A. J. Photoelectrochemistry and heterogeneous photocatalysis at semiconductors / A. J. Bard // *J. Photochem.* – 1979. – Vol. 10. – P. 59-75.
- Kamat P. V. Photochemistry on nonreactive and reactive (semiconductor) surfaces / P. V. Kamat // *Chem. Rev.* – 1993. – Vol. 93. – P. 267-300.
- Environmental applications of semiconductor photocatalysis / M. Hoffmann, S. Martin, W. Choi, D. Bahnemann // *Chem. Rev.* – 1995. – Vol. 95. – P. 69-96.
- Gomathi D. L. TiO₂ - and BaTiO₃ - assisted photocatalytic degradation of selected chloroorganic compounds in aqueous medium: correlation of reactivity / orientation effects of substituent groups of the pollutant molecule on the degradation rate / D. L. Gomathi, G. Krishnamurthy // *J. Phys. Chem. A.* – 2011. – № 4. – P. 460-469.
- Photocatalytic degradation of methyl red by BaTiO₃ nanoparticles via a direct hole oxidation mechanism / W. P. Wang, H. Yang, T. Xian, et. al. // *Engineering and Medicine.* – 2012. – Vol. 4, № 6. – P. 479-483.
- Халявка Т. А. Исследование фотокаталитической активности образцов BaTi₄O₉ и Ba₂Ti₉O₂₀, полученных термическим методом / Т. А. Халявка, Н. Н. Цыба, Е. И. Капинус // *Украинский химический журнал.* – 2013. – Т. 79, № 10. – С. 3-7.
- Photocatalytic reaction of acetaldehyde over SrTiO₃ nanoparticles / C. A. Chang, B. Ray, D. K. Paul, D. Demydov, K. J. Klabunde // *J. Molec. Catal. A: Chem.* – 2008. – Vol. 281, № 1–2. – P. 99-106.
- He H. Y. Comparison study of photocatalytic properties of SrTiO₃ and TiO₂ powders in decomposition of methyl orange / H. Y. He // *Inter. J. Environ. Res.* – 2009. – Vol. 3, № 1. – P. 57-60.
- Шимановская В. В. Получение диоксида титана / В. В. Шимановская, В. В. Стрелко, Н. М. Торчун // *Украинский химический журнал* - 1990. – Т. 56, № 12. – С. 1255-1257.
- Photocatalytic oxidation of PCE and butyraldehyde over titania modified with perovskite optical crystal BaTiO₃ / K. J. Vajidar, D. H. Chen, J. L. Gossage, K. Li, X. Ye, G. Gadiyar, B. Ardoin // *Chem. Eng. Technol.* – 2007. – Vol. 30, № 4. – P. 1-8.
- Brunauer S. Adsorption of gases in multimolecular Layers / S. Brunauer, P. H. Emmett, E. Teller // *J. Am. Chem. Soc.* – 1938. – Vol. 60, № 2. – P. 309-319.
- Barret E. P. The determination of pore volume and area distributions in porous substances. I. Computations from nitrogen isotherms / E. P. Barret, L. G. Joyner, P. P. Halenda // *J. Am. Chem. Soc.* – 1951. – Vol. 73, № 3. – P. 373-380.
- Lowell S. Powder surface area and porosity / S. Lowell, J. E. Shields. - Chapman & Hall, London, 1998.
- Mechanochemical synthesis of SrTiO_{3-x}F_x with high visible light photocatalytic activities for nitrogen monoxide destruction / J. Wang, S. Yin, Q. Zhang, F. Saito, T. Sato // *J. Mater. Chem.* – 2003. – Vol. 13. – P. 2348-2352.
- Tsumura T. Preparation of SrTiO₃-supported TiO₂ photocatalyst / T. Tsumura, K. Sogabe, M. Toyoda // *Mater. Scien. Engin.: B.* – 2009. – Vol. 157, № 1–3. – P. 113-115.

R e f e r e n c e s

- Decomposition of perfluorooctanoic acid photocatalyzed by titanium dioxide: Chemical modification of the catalyst surface induced by fluoride ions / M. Sansotera, F. Persico, C. Pirola, W. Navarrini, A. D. Michele, C. L. Bianchi // *Applied Catal. B: Environ.* – 2014. – Vol. 148–149, № 27. – P. 29-35.
- Tailoring the properties of immobilized titanium dioxide/carbon nanotube composites for photocatalytic water treatment / M. J. Sampaio, R. R. N. Marques, P. B. Tavares, J. L. Faria, A. M. T. Silva, C. G. Silva // *J. Environ. Chem. Engin.* – 2013. – Vol. 1, № 4. – P. 945-953.
- Photocatalytic degradation of benzenesulfonate on colloidal titanium dioxide / E. Szabó-Bárdos, O. Markovics, O. Horváth, N. Törő, G. Kiss // *Water Research.* – 2011. – Vol. 45, № 4. – P. 1617-1628.
- Bard A. J. Photoelectrochemistry and heterogeneous photocatalysis at semiconductors / A. J. Bard // *J. Photochem.* – 1979. – Vol. 10. – P. 59-75.
- Kamat P. V. Photochemistry on nonreactive and reactive (semiconductor) surfaces / P. V. Kamat // *Chem. Rev.* – 1993. – Vol. 93. – P. 267-300.
- Environmental applications of semiconductor photocatalysis / M. Hoffmann, S. Martin, W. Choi, D. Bahnemann // *Chem. Rev.* – 1995. – Vol. 95. – P. 69-96.
- Gomathi D. L. TiO₂ - and BaTiO₃ - assisted photocatalytic degradation of selected chloroorganic compounds in aqueous medium: correlation of reactivity / orientation effects of substituent groups of the pollutant molecule on the degradation rate / D. L. Gomathi, G. Krishnamurthy // *J. Phys. Chem. A.* – 2011. – № 4. – P. 460-469.
- Photocatalytic degradation of methyl red by BaTiO₃ nanoparticles via a direct hole oxidation mechanism / W. P. Wang, H. Yang, T. Xian, et. al. // *Engineering and Medicine.* – 2012. – Vol. 4, № 6. – P. 479-483.
- Haljavka T. A. Issledovanie fotokataliticheskoy aktivnosti obrazcov BaTi₄O₉ i Ba₂Ti₉O₂₀, poluchennyh termicheskim metodom / T. A. Haljavka, N. N. Cyba, E. I. Kapinus // *Ukrainskij himicheskij zhurnal.* – 2013. – Т. 79, № 10. – С. 3-7.
- Photocatalytic reaction of acetaldehyde over SrTiO₃ nanoparticles / C. A. Chang, B. Ray, D. K. Paul, D. Demydov, K. J. Klabunde // *J. Molec. Catal. A: Chem.* – 2008. – Vol. 281, № 1–2. – P. 99-106.
- He H. Y. Comparison study of photocatalytic properties of SrTiO₃ and TiO₂ powders in decomposition of methyl orange / H. Y. He // *Inter. J. Environ. Res.* – 2009. – Vol. 3, № 1. – P. 57-60.
- Shimanovskaja V. V. Poluchenie dioksida titana / V. V. Shimanovskaja, V. V. Strelko, N. M. Torchun // *Ukrainskij himicheskij zhurnal* - 1990. – Т. 56, № 12. – С. 1255-1257.
- Photocatalytic oxidation of PCE and butyraldehyde over titania modified with perovskite optical crystal BaTiO₃ / K. J. Vajidar, D. H. Chen, J. L. Gossage, K. Li, X. Ye, G. Gadiyar, B. Ardoin // *Chem. Eng. Technol.* – 2007. – Vol. 30, № 4. – P. 1-8.
- Brunauer S. Adsorption of gases in multimolecular Layers / S. Brunauer, P. H. Emmett, E. Teller // *J. Am. Chem. Soc.* – 1938. – Vol. 60, № 2. – P. 309-319.
- Barret E. P. The determination of pore volume and area distributions in porous substances. I. Computations from nitrogen isotherms / E. P. Barret, L. G. Joyner, P. P. Halenda // *J. Am. Chem. Soc.* – 1951. – Vol. 73, № 3. – P. 373-380.
- Lowell S. Powder surface area and porosity / S. Lowell, J. E. Shields. - Chapman & Hall, London, 1998.
- Mechanochemical synthesis of SrTiO_{3-x}F_x with high visible light photocatalytic activities for nitrogen monoxide destruction / J. Wang, S. Yin, Q. Zhang, F. Saito, T. Sato // *J. Mater. Chem.* – 2003. – Vol. 13. – P. 2348-2352.
- Tsumura T. Preparation of SrTiO₃-supported TiO₂ photocatalyst / T. Tsumura, K. Sogabe, M. Toyoda // *Mater. Scien. Engin.: B.* – 2009. – Vol. 157, № 1–3. – P. 113-115.

- K. J. Vajidar, D. H. Chen, J. L. Gossage, K. Li, X. Ye, G. Gadiyar, B. Ardoin // Chem. Eng. Technol. – 2007. – Vol. 30, № 4. – P. 1-8.
14. Brunauer S. Adsorption of gases in multimolecular Layers / S. Brunauer, P.H. Emmett, E. Teller // J. Am. Chem. Soc. – 1938. – Vol. 60, №2. – P. 309–319.
15. Barret E. P. The determination of pore volume and area distributions in porous substances. I. Computations from nitrogen isotherms / E. P. Barret, L. G. Joyner, P. P. Halenda // J. Am. Chem. Soc. – 1951. – Vol. 73, № 3. – P. 373-380.
16. Lowell S. Powder surface area and porosity / S. Lowell, J. E. Shields. - Chapman & Hall, London, 1998.
17. Mechanochemical synthesis of SrTiO₃-xFx with high visible light photocatalytic activities for nitrogen monoxide destruction / J. Wang, S. Yin, Q. Zhang, F. Saito, T. Sato // J. Mater. Chem. – 2003. – Vol. 13. – P. 2348-2352.
18. Tsumura T. Preparation of SrTiO₃-supported TiO₂ photocatalyst / T. Tsumura, K. Sogabe, M. Toyoda // Mater. Scien. Engin.: B. – 2009. – Vol. 157, № 1–3. – P. 113-115.

Халявка Т. О., Камішан С. В., Тарасов В. Ю. Фотокаталітична активність комбінованих зразків SrTiO₃/TiO₂ в реакціях деструкції барвників.

Отримано мезопоруваті комбіновані зразки SrTiO₃/TiO₂. Встановлено, що зі збільшенням частки титанату стронцію в зразках питома поверхня і середній об'єм пор зменшуються, а середній радіус пор збільшується. Комбіновані зразки виявилися більш фотокаталітично-активними в реакціях деструкції органічних барвників. Такий синергетичний ефект можна пояснити появою гетеропереходів між фазами, що викликають розподіл зарядів при УФ опроміненні і збільшують час їхнього життя. Встановлено, що

константи швидкості деструкції барвників зростають зі збільшенням їх сорбції.

Ключові слова: діоксид титану, титанат стронцію, фотокаталіз, барвники.

Khalyavka T. A., Kamushan S. V., Tarasov V. Yu. Photocatalytic activity of SrTiO₃/TiO₂ combined samples in dyes destruction.

Mesoporous combined samples of SrTiO₃/TiO₂ were obtained. Pore volume and specific surface area of the samples are decreasing and pore radius rising with increasing of strontium titanate content. Combined samples showed higher photocatalytic activity in the reactions of organic dyes degradation. Such synergistic effect can be explained by the appearance of heterojunctions between phases, causing charge separation under UV irradiation and increase of their lifetime. It was established that the rate of dye degradation increases with rise of their adsorption.

Key words: titanium dioxide, strontium titanate, photocatalysis, dyes.

Халявка Тетяна Олександрівна – к. х. н., науковий співробітник, Інститут сорбції і проблем ендоекології НАН України, м. Київ. takhalyavka@ukr.net

Камішан Сергій Володимирович – молодший науковий співробітник Інститут сорбції і проблем ендоекології НАН України, м. Київ. samyshyan@ua.ru

Тарасов Вадим Юрійович – к. т. н., доцент, доцент кафедри загальної та фізичної хімії, Технологічний інститут Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк). vatarasov@rambler.ru

Рецензент: Захаров І. І. - д. х. н., професор

Стаття подана 03.10.2014